

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-307818

(43)Date of publication of application : 05.11.1999

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 10-114689

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRON CORP

(22)Date of filing : 24.04.1998

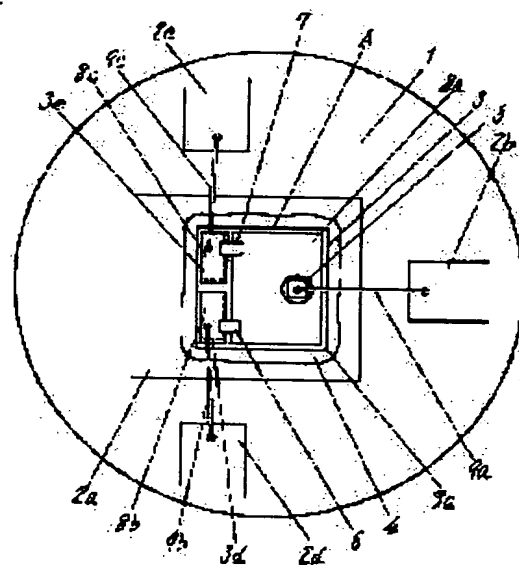
(72)Inventor : KOYA KENICHI  
OKU YASUNARI  
UCHI YOSHIBUMI

## (54) COMPOSITE SEMICONDUCTOR FULL-COLOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND LIGHT EMITTING DEVICE USING IT

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To enable a composite semiconductor full-color light emitting element to emit light rays of different colors by making the electrical connection of the element easier and improving the breakdown voltage against impressed high voltages of static electricity, surge, etc.

**SOLUTION:** A composite semiconductor full-color light emitting element is constituted by mounting semiconductor light emitting elements 5, 6, and 7 for red, green, and blue in continuity on an Si diode 3 for static electricity protection connected in continuity to a lead frame or substrate. The light emitting elements 6 and 7 for green and blue are used as GaN-containing flip chip light emitting elements and, at the same time, micro-bumps 6d and 6e are formed on the n- and p-side electrodes of the elements 6 and 7 and conducted to the polarity opposite to that of the diode 3.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

10.03.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-307818

(43) 公開日 平成11年(1999)11月5日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 L 33/00

識別記号

F I

H 0 1 L 33/00

N

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-114689

(22) 出願日 平成10年(1998)4月24日

(71) 出願人 000005843

松下電子工業株式会社

大阪府高槻市幸町1番1号

(72) 発明者 小屋 賢一

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 奥 保成

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

(72) 発明者 内 義文

大阪府高槻市幸町1番1号 松下電子工業株式会社内

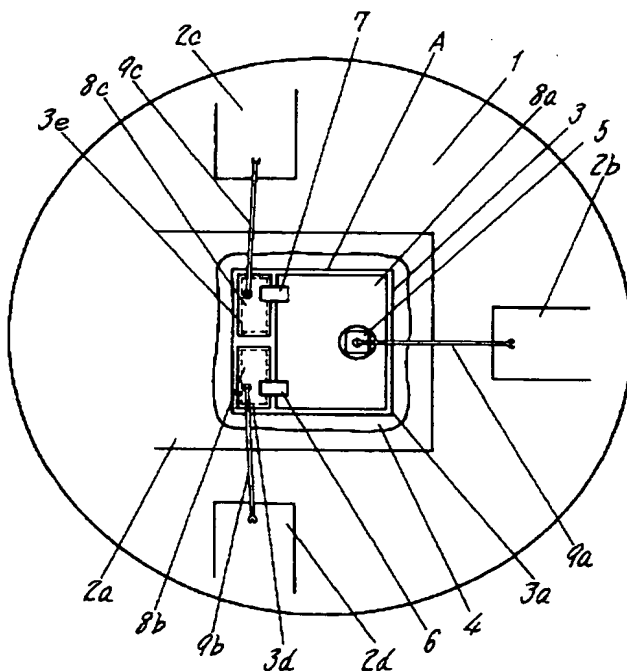
(74) 代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54) 【発明の名称】 フルカラー複合半導体発光素子及びこれを用いた発光装置

(57) 【要約】

【課題】 電氣的接続が簡単で且つ静電気やサージ等の高電圧の印加に対する耐圧を向上し得るフルカラー発光が可能な発光素子及びこれを用いた発光装置を提供すること。

【解決手段】 リードフレームまたは基板に導通接続された静電気保護用のSiダイオード3の上に、赤、緑、青の各色の半導体発光素子5、6、7を導通搭載するフルカラーの複合半導体発光素子であって、緑及び青の半導体発光素子6、7をGa<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Nを含むフリップチップ型の発光素子とするとともにそのn側及びp側の電極にマイクロバンプ6d、6eを形成し、これらのn側及びp側のマイクロバンプを前記Siダイオードと逆極性として導通させる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 リードフレームまたは基板に導通接続された静電気保護用の Si ダイオードと、この Si ダイオードの上に導通搭載される赤、緑、青の各色の半導体発光素子との組み合わせからなるフルカラーの複合半導体発光素子であって、前記緑色及び青色の半導体発光素子を GaN を含むフリップチップ型の半導体発光素子とするとともにその n 側及び p 側の電極にマイクロバンプを形成し、これらの n 側及び p 側のマイクロバンプを前記 Si ダイオードと逆極性として導通させてなるフルカラー複合半導体発光素子。

【請求項 2】 前記赤、緑、青の各色の半導体発光素子を、前記 Si ダイオードの上面の中心周りのほぼ同一円上であってそれぞれがなす中心角をほぼ同一として配置し、前記緑色及び青色の半導体発光素子をリードフレームまたは基板の配線パターンの引き出し側に相当させて配置してなる請求項 1 記載のフルカラー複合半導体発光素子。

【請求項 3】 前記 Si ダイオードの表面に、前記赤、緑、青の各色の半導体発光素子を相互に分断し且つ各半導体発光素子からの漏光を発光方向に反射可能な反射帯を発光方向に突き出して設けてなる請求項 1 または 2 記載のフルカラー複合半導体発光素子。

【請求項 4】 前記 Si ダイオードの表面に、前記赤色半導体発光素子を落とし込んで搭載する凹部を形成し、前記半導体発光素子を凹部に搭載したとき前記半導体発光素子が Si ダイオードの上端面に対して埋没する高さ関係としてなる請求項 1 から 3 のいずれかに記載のフルカラー複合半導体発光素子。

【請求項 5】 Si ダイオードの表面に、前記凹部を少なくとも 3 個所に設け、これらの凹部のそれぞれに少なくとも前記赤、緑、青の半導体発光素子を 1 個ずつ搭載してなる請求項 4 記載のフルカラー複合半導体発光素子。

【請求項 6】 前記 Si ダイオードの表面に、前記赤、緑、青の半導体発光素子の全てに対して p 側または n 側として導通させる共通の電極を備えてなる請求項 1 から 5 のいずれかに記載のフルカラー複合半導体発光素子。

【請求項 7】 前記 Si ダイオードは、p または n のいずれか一方の極性を持つ半導体基板に、この半導体基板の極性とは逆の極性であって前記緑色及び青色の半導体発光素子の電極と導通させるための半導体領域を 2 個所に備え、これらの半導体領域どうしの間の距離を 10  $\mu$ m 以上としてなる請求項 1 から 6 のいずれかに記載のフルカラー複合半導体発光素子。

【請求項 8】 請求項 1 から 7 のいずれかに記載のフルカラー複合半導体発光素子を、リードフレームまたは基板の搭載面上に少なくとも 2 個以上導通接続してなる発光装置。

【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、フリップチップ型の半導体発光素子を含む発光装置に係り、特に半導体発光素子と静電気保護素子とを複合素子化して静電耐圧性を向上させたフルカラー複合半導体発光素子及びこれを用いた発光装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】LED ランプやチップ型 LED 等のような半導体発光素子を利用した発光装置は、例えば、パネルにこれらの LED ランプやチップ型 LED を多数配列した LED ディスプレイとして広く利用されている。半導体発光素子 (LED) は、化合物半導体の種類によって赤色や緑色等の発光が得られ、最近では、絶縁性と透明性を有したサファイア基板上に GaN 系の化合物半導体を積層して構成される青色や緑色の半導体発光素子も実用化に至っている。

【0003】LED ディスプレイの場合では、単色表示のものでは 1 個の半導体発光素子によって 1 画素が構成されるが、フルカラー表示のものでは光の 3 原色である赤色、緑色、青色を一組とする発光素子を 1 画素として構成される。

【0004】図 9 は、赤色、緑色、青色の半導体発光素子 (LED) を利用したフルカラー発光装置の要部を示す概略平面図、図 10 及び図 11 はそれぞれ要部の概略縦断面図である。

【0005】図 9 において、赤色の半導体発光素子 16 は台座基板 (図 10 中の 14) 上に形成された配線パターン 15a の右側に偏った部分に搭載され、たとえば GaAlAs を材料とした半導体発光素子を用いたものである。この赤色の半導体発光素子 16 は、図 10 に示すように底面に n 電極 16a を形成するとともに上面には p 電極 16b を形成し、n 電極 16a を導電性のペースト 16c によって配線パターン 15a に導通固定し、更にワイヤ 16d によって p 電極 16b と配線パターン (図 9 中の 15b) との間をボンディングして導通させている。

【0006】緑色の半導体発光素子 17 および青色の半導体発光素子 18 は、いずれも GaN 系化合物半導体を絶縁性のサファイア基板 17a に積層し、その中の 1 つの層として形成される InGaN 活性層を発光層として、サファイア基板側を配線パターン 15a に固定している。

【0007】たとえば緑色の半導体発光素子 17 は、図 9 および図 11 に示すように、サファイア基板 17a を配線パターン 15a の上面にペースト 17d を介して接合しているとともに、半導体発光素子の上面には、p 側電極 17c と n 側電極 17b を形成しているとともにそれぞれ p 側電極 17c は配線パターン 15b とワイヤ 17e によって、また n 側電極 17b は配線パターン 15d とワイヤ 17f によってボンディングして導通させて

いる。

【0008】青色の半導体発光素子18についても、同様であり、図11において括弧付きの符号で示している。

【0009】このような赤色、緑色、青色の一组を1画素とするフルカラーの発光装置の一般的な製造は、配線パターン上に赤色、緑色、青色の半導体発光素子を別々にダイスボンディングし、これらの半導体発光素子のそれぞれに対して独立して電氣的に接続するためにワイヤボンディングするという工程としたものが一般的であり、高輝度フルカラー発光装置を製造する際にGaN系半導体発光素子の緑色、青色を搭載した場合、緑色、青色の半導体発光素子がサファイア基板上に2極の電極をもつ半導体発光素子であるため、緑色、青色についてはそれぞれ2本のワイヤが必要となる。よって赤色、緑色、青色の半導体発光素子を用いたフルカラー発光装置としては、少なくとも5本のワイヤ接合が必要となる。

【0010】また、GaN系化合物半導体は静電耐圧が低いという欠点があり、実装中に特性破壊を生じてしまう場合がある。

【0011】このような緑色、青色の半導体発光素子の静電破壊に対しては、特開平9-148625号公報に記載されているように、GaN系化合物半導体を用いた半導体発光素子の静電耐圧を向上させるため、逆耐圧補償用の補償ダイオードを備えることが一つの有効な手段となり得る。

【0012】この公報に記載の半導体発光素子における逆耐圧補償用の補償ダイオードは、半導体発光素子のp側電極に電氣的に接続されるn伝導型の第1層と、半導体発光素子のn側電極に電氣的に接続されるp伝導型の第2層とがpn接合を成す構成である。そして、このような構成により、発光部に逆方向に印加される静電気による破壊が防止されるとしたものである。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】従来の製造方法においてフルカラーとしての輝度が不足している場合、半導体発光素子の員数を増やすことで輝度不足を補っているが、青色、緑色を増やすと先に記載したようにワイヤの数が素子1個あたり2本ずつ増えるために、ワイヤボンディング時にワイヤが煩雑化してしまう。ワイヤ数が増える場合、ワイヤ間の接触を回避させるため半導体発光素子の搭載位置を離すことが有効であるが、半導体発光素子を搭載する配線パターンを大きくし、更にボンディングされる配線パターンを離す必要が生じるため、装置自体の小型化ができないという問題があった。さらに、ループが半導体発光素子の上面を跨がる配線では、発光観測面側の光を遮断するため、輝度を低下させる要因になっていた。

【0014】また、特願平9-18782号記載の装置を利用した場合、ワイヤ数の減少ができて、補償ダイ

オードが半導体発光素子よりも必ず大きくなるため、半導体発光素子どうしを近接化するにも限界があり、同時発光した際の混色化が十分に達成できないという問題があった。

【0015】更に近年では、図12に示すように、赤色、緑色、青色の半導体発光素子19、20、21の外周部にPC、ABS樹脂などで成型されたパラボラ形状の反射カップ材22を取り付け、高輝度化を目指した発光装置が製造されている。しかし、パラボラ状の反射カップ材22が赤色、緑色、青色の半導体発光素子19、20、21の外周部に配置されているため、各半導体発光素子から出た光が隣接した素子に遮光されたり、バンドギャップエネルギーの違いから青色の半導体発光素子21の発光が赤色の半導体発光素子19の発光で吸収されたり、更にカップ斜面までの距離が半導体発光素子の側面に対して均等でないため、パラボラが効率よく作用しないという問題があった。

【0016】本発明の目的は、電氣的接続が簡単で、かつ静電気やサージ等の高電圧の印加に対する耐圧を向上し得るフルカラー発光が可能な半導体発光素子及びこれを用いた発光装置を提供することにある。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は、リードフレームまたは基板に導通接続された静電気保護用のSiダイオードと、このSiダイオードの上に導通搭載される赤、緑、青の各色の半導体発光素子との組み合わせからなるフルカラーの複合半導体発光素子であって、前記緑色及び青色の半導体発光素子をGaNを含むフリップチップ型の半導体発光素子とするとともに、そのn側及びp側の電極にマイクロバンプを形成し、これらのn側及びp側のマイクロバンプを前記Siダイオードと逆極性として導通させてなることを特徴とする。

【0018】

【発明の実施の形態】請求項1の発明は、リードフレームまたは基板の上に搭載された静電気保護用のSiダイオードと、このSiダイオードの上に導通接続される赤、緑、青の各色の半導体発光素子との組み合わせからなるフルカラーの複合半導体発光素子であって、前記緑色及び青色の半導体発光素子をGaNを含むフリップチップ型の半導体発光素子とするとともに、そのn側及びp側の電極にマイクロバンプを形成し、これらのn側及びp側のマイクロバンプを前記Siダイオードと逆極性として導通させてなるものであり、静電気保護用のSiダイオードの上に赤色、緑色、青色の半導体発光素子を搭載して導通接続することによって、特に静電耐圧が低いGaN系半導体発光素子の静電耐圧を大幅に向上させ、Siダイオードを共通化しGaN系半導体発光素子をマイクロバンプにより接続しているため、ワイヤボンディング回数の減少と赤色、緑色、青色の半導体発光素子の近接化による装置の小型化、さらに近接化による色

の混色性の向上を図ることが可能となる。また、マイクロバンプ接合によりワイヤ数を最小限に減らすことができるので、ワイヤによって遮断されていた発光観測面側の光を有効に取り出すことができ、高輝度化を実現できるという作用を有する。

【0019】請求項2の発明は、前記赤、緑、青の各色の半導体発光素子を、前記Siダイオードの上面の中心周りのほぼ同一円上であってそれぞれがなす中心角をほぼ同一として配置し、前記緑色及び青色の半導体発光素子をリードフレームまたは基板の配線パターンの引き出し側に相当させて配置してなる請求項1記載のフルカラー複合半導体発光素子であり、色の混色性が向上するとともに、発熱の大きいGaN半導体発光素子の放熱性を改善できるという作用を有する。

【0020】請求項3の発明は、前記Siダイオードの表面に、前記赤、緑、青の各色の半導体発光素子を相互に分断し、且つ各半導体発光素子からの漏光を発光方向に反射可能な反射帯を発光方向に突き出して設けてなる請求項1または2記載のフルカラー複合半導体発光素子であり、突き出した反射帯によって赤色、緑色、青色の半導体発光素子を構成する材料のバンドギャップエネルギーの違いによる光吸収を防ぐ作用を有するとともに、反射帯によって光を発光観測面側に集光することも可能となる。

【0021】請求項4の発明は、前記Siダイオードの表面に、前記赤色の半導体発光素子を落とし込んで搭載する凹部を形成し、前記半導体発光素子を凹部に搭載したとき前記半導体発光素子がSiダイオードの上端面に対して埋没する高さ関係としてなる請求項1から3のいずれかに記載のフルカラー複合半導体発光素子であり、赤色の半導体発光素子をSiダイオードに埋没するように搭載するので、緑色、青色の半導体発光素子に対し干渉をなくすことができるとともに、Siダイオード上面から凹部底面に亘る傾斜面を光の反射面として利用できるという作用を有するため、効率よく光を発光観測面側に取り出すことが可能となる。

【0022】請求項5の発明は、Siダイオードの表面に、前記凹部を少なくとも3個所に設け、これらの凹部のそれぞれに少なくとも前記赤、緑、青の各色の半導体発光素子を1個ずつ搭載してなるフルカラー複合半導体発光素子であり、赤色、緑色、青色の半導体発光素子を個々に独立して凹部に落とし込むため、赤色、緑色、青色の半導体発光素子の干渉を無くするとともに、赤色、緑色、青色の全ての半導体発光素子に対してSiダイオード上面から凹部底面に亘る傾斜面を光の反射面として利用できるという作用を有するため、全ての半導体発光素子に対して効率よく光を発光観測面側に取り出すことが可能となる。

【0023】請求項6の発明は、前記Siダイオードの表面に、前記赤、緑、青の各色の半導体発光素子の全て

に対してp側またはn側として導通させる共通の電極を備えてなる請求項1から5のいずれかに記載のフルカラー複合半導体発光素子であり、Siダイオード上面の電極を共有してアノードCOMMONまたはカソードCOMMONとすることができるという作用を有する。

【0024】請求項7の発明は、前記Siダイオードは、pまたはnのいずれか一方の極性を持つ半導体基板に、この半導体基板の極性とは逆の極性であって前記緑色及び青色の半導体発光素子の電極と導通させるための半導体領域を2個所に備え、これらの半導体領域どうしの間の距離を10 $\mu$ m以上としてなる請求項1から6のいずれかに記載のフルカラー複合半導体発光素子であり、アノードCOMMONタイプまたはカソードCOMMONタイプの半導体発光素子を得られ、半導体領域の距離を10 $\mu$ m以上離すので、互いの電氣的な干渉を防止でき、静電気保護の機能を維持するという作用を有する。

【0025】請求項8の発明は、請求項1から7のいずれかに記載のフルカラー複合半導体発光素子を、リードフレームまたは基板の搭載面上に少なくとも2個以上導通接続してなる発光装置であり、静電耐圧を向上したフルカラー発光装置が実現できる。

【0026】以下に、本発明の実施の形態の具体例を図面を参照しながら説明する。図1は本発明の一実施の形態によるフルカラー複合半導体発光素子の要部を示す概略平面図、図2及び図3はそれぞれ要部の概略縦断面図である。

【0027】図1において、ディスプレイパネルの取付け面に固定される台座基板1の表面に配線パターン2 a, 2 b, 2 c, 2 dが一樣に形成され、これらのパターンの中で大きな平面形状を持つ配線パターン2 aの上面をフルカラーの複合半導体発光素子Aの搭載面としている。なお、図示の例では、複合半導体発光素子Aを1個載せた状態を示しているが、たとえば配線パターン2 aならびに2 b, 2 c, 2 dを変更すれば、この複合半導体発光素子Aを長手方向に一定間隔で並べたアセンブリとすることも可能である。

【0028】複合半導体発光素子Aは、導電性ペースト（例えば、Agをフィラーとして含む樹脂）4によって配線パターン2 a上に導通固定された静電気保護用のSiダイオード3と、このSiダイオード3の上面に導通接続された赤色、緑色、青色の3個の半導体発光素子5, 6, 7とから構成されたものである。

【0029】Siダイオード3は、図2及び図3に示すように、n型シリコン基板3 aを基材としてその底面にn極3 bを形成し、導電性ペースト4を介して配線パターン2 aと電氣的な導通を良好にしておき、上面には一部を除いて被覆する酸化膜3 cを形成したものである（図2を参照）。n型シリコン基板3 aには、酸化膜3 cで被覆されていない2個所の部分を拡散窓としてp型不純物イオンを注入することによって、2つの領域に区

分けされたp型半導体領域3d、3eを拡散形成する(図3を参照)。これらのp型半導体領域3d、3eの拡散領域はp型不純物イオンの注入量によってその領域の大きさや深さが一義的に決まり、本発明においてはp型半導体領域3d、3eどうしの間の間隔は10 $\mu$ m以上とする。

【0030】n型シリコン基板3aの表面には、図1に示すようにn電極8aと第1p電極8b及び第2p電極8cをそれぞれ金属蒸着法によって形成する。n電極8aは、Siダイオード3の表面の左端部側を除いて広く形成され、図2および図3に示すように酸化膜3cが形成されずにn型シリコン基板3aが露出している部分に接合されている。一方、第1p電極8b及び第2p電極8cは左端部に沿って配置され、それぞれn型シリコン基板3aに拡散形成したp型半導体領域3d、3e(図1中の破線で示された部分)に接続されている。

【0031】赤色の半導体発光素子5はn電極8aの右側に偏った部分に搭載されたもので、従来から知られているGaAlAsまたはInGaAlPを材料とした半導体発光素子を用いたものである。この赤色の半導体発光素子5は、図2に示すように、底面にp電極5aを形成するとともに上面にはn電極5bを形成し、p電極5aを導電性ペースト5cによってSiダイオード3のn電極8aに導通固定し、更にワイヤ9aによってn電極5bを配線パターン2bとの間でボンディングして導通させている。

【0032】緑色の半導体発光素子6及び青色の半導体発光素子7は、いずれもGaN系化合物半導体を透明なサファイア基板(6a、7a)に積層して、その中の1つの層として形成されるInGaN活性層を発光層とし、フリップチップ型のSiダイオード3の上面に搭載されるものである。

【0033】すなわち、図3に示すように、たとえば緑色の半導体発光素子6は透明のサファイア基板6aに積層したn型層及びp型層のそれぞれの表面にn側電極6b及びp側電極6cを蒸着法によって形成したものである。また、これらのn側電極6b及びp側電極6cの表面にはそれぞれマイクロバンプ6d、6eが形成されている。そして、図1に示すようにn電極8aと第1p電極8bとに跨がる配置として緑色の半導体発光素子6を搭載し、n側電極6b及びp側電極6cをそれぞれ第1p電極8b及びn電極8aにマウント接合する。

【0034】青色の半導体発光素子7についても同様であり、n電極8aと第2p電極8cとに跨がるように搭載することでn側電極(7b)を第2p電極8cに及びp側電極(7c)をn電極8aに接合したマウントとする。なお、図3においては、青色の半導体発光素子7と第2p電極8cとの接合を併せて示すため、括弧付きの符号で青色の半導体発光素子7と第2p電極8cの関係を表している。たとえば、符号7aはサファイア基板で

あり、符号7cはp側電極を示す。

【0035】ここで、Siダイオード3の平面形状は図1に示すようにほぼ正四角形であり、赤色、緑色、青色のそれぞれの半導体発光素子5、6、7はSiダイオード3の中心周りに描く1つの円に沿う配置とする。すなわち、各半導体発光素子5、6、7の中央部であってほぼ発光中心と対応する位置がSiダイオード3の中心を原点とする円の上に位置し、且つそれぞれの間の中心角がほぼ120°の関係となる位置関係を持たせる。これにより、各半導体発光素子5、6、7は、その配列円に沿う方向の相互の隣接距離をほぼ同じにすることができ、赤色、緑色、青色の着色発光の混色性を向上させることができる。また、このような配置によって、緑色の半導体発光素子6と青色の半導体発光素子7はSiダイオード3の外郭に近い部分に位置するので、発熱が大きなGaN系の化合物半導体を用いるこれらの緑色、青色の半導体発光素子6、7であっても、放熱が促されるので、発光装置の信頼性を高めることができる。

【0036】このような緑色、青色の半導体発光素子6、7のマウントとともに、第1、第2p電極8b、8cをワイヤ9b、9cによってそれぞれ配線パターン2c、2dにボンディングすることで、1個の複合半導体発光素子Aが導通状態にアセンブリされる。

【0037】図4は以上のアセンブリによって構成される等価的な回路図であり、緑色、青色の半導体発光素子6、7は、Siダイオード3のp電極、n電極に対してp側電極、n側電極が逆向きに接続されている。従って、緑色、青色の半導体発光素子6、7の順方向に対しては、Siダイオード3のn型シリコン基板3aの抵抗成分Rが保護抵抗として働くとともに、静電気による印加電圧がSiダイオード3のツェナー降伏電圧以上になる場合は、Siダイオード3の逆方向のバイパス(ツェナー降伏現象)により過電流が逃がされる。また、緑色、青色の半導体発光素子6、7の逆方向に対しては、Siダイオード3の順方向導通によって過電流が逃がされる。したがって、過電流が緑色、青色の半導体発光素子6、7に流れるのを防止でき、これによって緑色、青色の半導体発光素子6、7を静電破壊から防止することができる。

【0038】以上の構成において、赤色、緑色、青色の各半導体発光素子5、6、7へ通電されると、それぞれの発光層からの光が放出される。赤色半導体発光素子5では、n電極5b側が第1の主発光面となる。また、緑色、青色の半導体発光素子6、7では、下側及び側方に抜ける光の成分もあるが、サファイア基板6aが透明であることから図3において上側を向いた面を主光取出し面とした発光が得られる。したがって、赤色、緑色、青色の光の3原色の半導体発光素子5、6、7のそれぞれの発光色とこれらの組み合わせによって、フルカラーの発光が可能な画素単位が1つの複合半導体発光素子Aに

形成されることになる。

【0039】本発明においては、フルカラー発光に必要な赤色、緑色、青色の半導体発光素子5、6、7を一つの単位として1個の共通のSiダイオード3に搭載する構成であっても、マイクロバンプ等により接合することにより発光装置の小型化ができるとともにワイヤ数の削減にワイヤが発光面の上面を跨ることにより生じる光遮断を改善し、さらにアセンブリを容易にすることができる。

【0040】また、Siダイオード3を備えることによって、各半導体発光素子5、6、7の静電破壊を防止でき、特に静電耐圧が低いGa<sub>x</sub>N系半導体化合物を必須とする緑色、青色の半導体発光素子6、7の耐久性も向上するので、赤色、緑色、青色の半導体発光素子5、6、7の組み合わせのフルカラー対応画素を有効に利用した発光表示が可能となる。

【0041】図5はSiダイオードの上面に反射帯を設けた複合半導体発光素子の例を示す概略斜視図、図6は要部の概略縦断面図である。

【0042】この例は図1～図3に示した複合半導体発光素子AのSiダイオード3の上面に反射帯11を形成したもので、先の例と同じ部材については共通の符号で指示し、その詳細な説明は省略する。

【0043】反射帯11は、図6に示すようにほぼ台形状の縦断面を持つAlなどの金属を素材としたもので、3本の同じ長さの枝11a、11b、11cを互いの間の角度が120°となる関係で展開させた平面形状を持つ。反射帯11はこれらの枝11a、11b、11cのそれぞれが交差する基点11dをSiダイオード3の中心に合わせて位置させるとともに、2本の枝11a、11bがn電極8aの上に及び残りの枝11cが第1p電極8bと第2p電極8cの間を抜ける姿勢として設置されている。そして、各枝11a～11cは絶縁性の接着剤12によってそれぞれの接合面に接着固定されている。

【0044】ここで、反射帯11の各枝11a～11cは図5に示すよう赤色、緑色、青色の半導体発光素子5、6、7の上端よりも高い寸法形状を持ち、断面を台形状としたことによって発光方向に対して先細りする反射面を各半導体発光素子5、6、7に対して臨ませている。したがって、各半導体発光素子5、6、7は各枝11a、11b、11cによって個々に分断された配置となり、各半導体発光素子5、6、7を構成する材料のバンドギャップエネルギーの違いによる光吸収の影響を抑えることができ、各色の発光が高出力として得られる。すなわち、各半導体発光素子5、6、7は各枝11a～11cによって包囲されて1個1個が光学的に干渉しない独立した配置とすることができるので、相互の間の光吸収が抑えられ高出力の発光が得られるとともにその色も鮮明化される。

【0045】また、反射帯11の各枝11a～11cの反射面が傾斜しているので、特に透明のサファイア基板6a、7aを備える緑色、青色の半導体発光素子6、7では赤色半導体発光素子5に比べると側方に抜ける光の成分が多く含まれるので、この光を発光方向に反射して回収することができ、発光輝度も向上する。

【0046】なお、図5及び図6の例では、金属を反射帯として絶縁性の接着剤によって固定するようにしているが、光反射性の合成樹脂の層をそのまま反射帯として形成したものであってもよい。なお、図示の例では反射帯が枝状になっているが連続させたリング状になっても同様の効果を持つのは無論である。

【0047】したがって、従来では半導体発光素子を搭載するリードフレームのマウント部にバラボラ状の反射面を形成することで反射光を回収していたが、このようなバラボラを備えることも不要となる。

【0048】図7はSiダイオードの上面に凹部を設けてこの中に半導体発光素子を配置する複合半導体発光素子の例を示す概略斜視図、図8は要部の概略縦断面図である。

【0049】この例は図1～図3に示した複合半導体発光素子AのSiダイオード3の上面の3箇所凹部に凹部13a、13b、13cを形成したもので、先の例と同じ部材については共通の符号で指示し、その詳細な説明は省略する。

【0050】凹部13a～13cは円形の平面形状を持ち、それぞれの中心がSiダイオード3の中心周りの同一円上であって中心角が120°のピッチで配列されたものである。すなわち、これらの凹部13a～13cに対して調心させて赤色、緑色、青色の半導体発光素子5、6、7を配置することによって、図1で説明したように、Siダイオード3の中心に対して各半導体発光素子5、6、7は同じ角度ピッチで同一円上に配列される。そして、各凹部13a、13bは、図8に示すように、底部側に向けて開口断面が先細りしたすり鉢状に形成されている。

【0051】図8の(a)に示すように、n電極8aはSiダイオード3の上面から凹部13aの傾斜面および底面にかけて形成され、n型シリコン基板3aに接合されている。また、図8の(b)に示すように、凹部13bにおいても同様にn電極8aの一端側および第1p電極8bはSiダイオード3の上面から凹部13bの傾斜面および底部にかけて形成されている。そして、第1p電極8bは凹部13bの底部においてp型半導体領域3dに接合されている。そして、緑色半導体発光素子6はそのp側のマイクロバンプ6eをn電極8aに接合し、n側のマイクロバンプ6dを第1p電極8bに接合し、更にワイヤ9bがこの第1p電極8bにボンディングされている。

【0052】なお、凹部13cに対する青色半導体発光

素子7の搭載構造も同様であり、図8の(b)においては括弧内にそれぞれの符号を指示している。

【0053】このように、赤色、緑色、青色の半導体発光素子5、6、7をそれぞれ凹部13a、13b、13cの中に落とし込むように組み込むことによって、各半導体発光素子5、6、7どうしの間の光学的な干渉を受けることがない。このため、各半導体発光素子5、6、7に使用する材料のバンドギャップエネルギーの違いによる光吸収が抑えられ、それぞれの発光色がより一層鮮明化するとともに高い発光出力が得られる。

【0054】また、n電極8a及び第1、第2のp電極8b、8cをそれぞれ光反射率が高い金属材料としておけば、凹部13a～13cの内周の傾斜した面を光反射面として利用することができる。したがって、赤色、緑色、青色の半導体発光素子5、6、7から側方または下方に漏れる光をこの光反射面から発光方向に回収でき、各色の発光輝度を高めることができる。このため、図5の反射帯11を設ける場合と同様に、リードフレームや基板のマウント部にバラボラ状の反射面を形成することは不要となり、構造を簡略化することができる。

【0055】更に、赤色、緑色、青色の半導体発光素子5、6、7はSiダイオード3の表面から突き出ないように組み込まれるので、図1～図3に示したものと比較すると、複合半導体発光素子Aの高さ寸法を小さくでき、最終的に製作される発光装置の薄型化も可能となる。

【0056】以上の図1～図8に示した複合半導体発光素子Aは、いずれも台座基板1に所定の個数配列したものとしてアセンブリし、複数の台座基板1をディスプレイパネルに装着するとともに各配線基板2a～2cへの導通回路を接続することによって、画像ディスプレイ装置の製品として提供できる。そして、静電気に比較的弱いGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系化合物半導体を利用する緑色、青色の半導体発光素子6、7については、Siダイオード3によって保護されるので、静電耐圧が高いディスプレイ装置を提供できる。また、図1～図9に示した複合半導体発光素子Aをフルカラー光源として用いても高出力の発光装置が実現できる。

【0057】

【発明の効果】請求項1の発明では、特に静電耐圧が低いGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系半導体発光素子の静電耐圧を大幅に向上させ、Siダイオードを共通化しGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>系半導体発光素子をマイクロバンプにより接続しているため、ワイヤボンディングの回数を減少するだけでなく、赤色、緑色、青色の半導体発光素子を近接化することができ、色の混色性を向上するとともに、半導体発光装置の小型化を可能とし、発光観測面側の光を有効に取り出され、高輝度化を実現できるという格別の効果を奏する。

【0058】請求項2の発明では、赤色、緑色、青色の半導体発光素子による発光色の混色性が向上し、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>

半導体発光素子をリードフレームや基板の搭載面の引き出し側に搭載しているため、発熱の大きいGa<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>半導体発光素子の放熱性を改善でき信頼性が向上する。

【0059】請求項3の発明では、Siダイオードの表面から突き出した反射帯によって赤色、緑色、青色の半導体発光素子を構成する材料のバンドギャップエネルギーの違いによる光吸収を改善でき、また反射帯により集光性の向上が図られる。

【0060】請求項4の発明では、赤色、緑色、青色の各半導体発光素子どうしの相互干渉を無くすことができ、また凹部の傾斜面を反射面として利用できるので、光取り出し効率が向上するとともに、従来、リードフレーム等に形成していたバラボラが不要となり、高性能化及び低コスト化が可能となる。

【0061】請求項5の発明では、半導体発光素子のそれぞれの材料の相違による光の吸収を受けない発光が可能となり、また各色毎に半導体発光素子を凹部に搭載しているため、各色の光取り出し効率が向上するとともに、クリアな発光が得られる。

【0062】請求項6の発明では、Siダイオード上面の配線パターンの1つを共有するので、アノードコモンまたはカソードコモンとすることができる。

【0063】請求項7の発明では、アノードコモンタイプまたはカソードコモンタイプの半導体発光素子が得られ、また半導体領域の距離を10μm以上離すので、互いの電気的な干渉を防止するとともに、静電気保護の機能を維持することができる。

【0064】請求項8の発明では、複合半導体発光素子をリードフレームまたは基板の上に少なくとも2個所以上に通導接続することによって、静電耐圧を向上したフルカラー発光装置が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態によるフルカラー複合半導体発光素子の要部を示す概略平面図

【図2】赤色の半導体発光素子の搭載構造を示す要部概略図

【図3】緑色の半導体発光素子及び青色の半導体発光素子の搭載構造を示す要部概略図

【図4】静電気保護素子による静電気保護機能を説明するための回路図

【図5】Siダイオードの上に反射帯を形成した例を示す概略斜視図

【図6】図5の例における素子の要部を示す概略縦断面図

【図7】Siダイオードの表面の3個所に凹部を設けてこれらに半導体発光素子を組み込む例を示す概略斜視図

【図8】図7の例における要部の概略断面図であって、

(a)は赤色の半導体発光素子の搭載構造を示す図

(b)は緑色及び青色の半導体発光素子の搭載構造を示す図

【図 9】従来のフルカラー発光装置の要部を示す概略平面図

【図 10】赤色の半導体発光素子を搭載した従来構造を示す要部概略図

【図 11】緑色の半導体発光素子及び青色の半導体発光素子を搭載した従来構造を示す要部概略図

【図 12】反射カップ材を装着した従来のフルカラー発光装置の概略斜視図

【符号の説明】

A 複合半導体発光素子

1 台座基板

2 a, 2 b, 2 c, 2 d 配線パターン

3 Si ダイオード

3 a シリコン基板

3 b n 極

3 c 酸化膜

3 d, 3 e p 型半導体領域

4 導電性ペースト

5 赤色の半導体発光素子

5 a p 電極

5 b n 電極

5 c 導電性ペースト

6 緑色の半導体発光素子

7 青色の半導体発光素子

6 a, 7 a サファイア基板

6 b, 7 b n 側電極

6 c, 7 c p 側電極

6 d, 7 d マイクロバンプ

8 a n 電極

8 b 第 1 p 電極

8 c 第 2 p 電極

9 a, 9 b, 9 c ワイヤ

11 反射帯

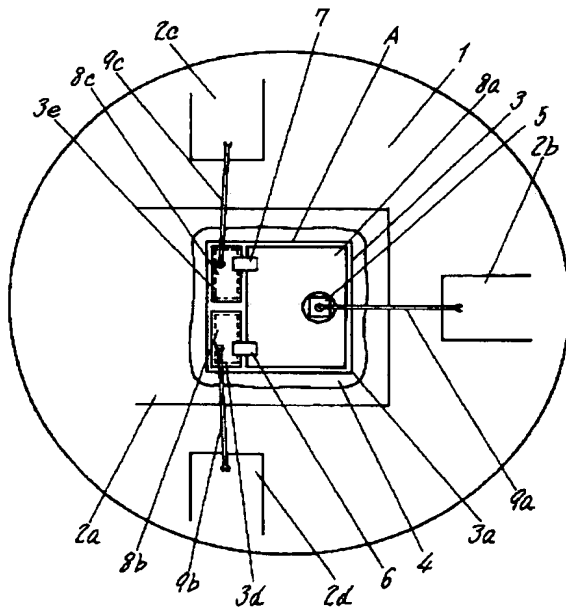
11 a, 11 b, 11 c 枝

11 d 基点

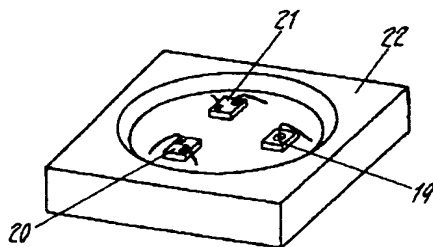
12 接着剤

13 a, 13 b, 13 c 凹部

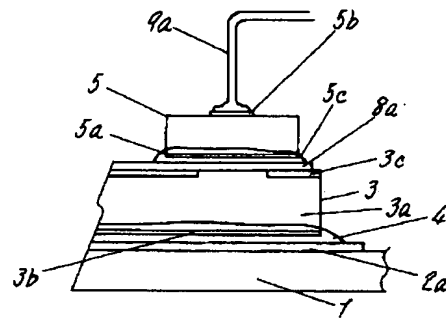
【図 1】



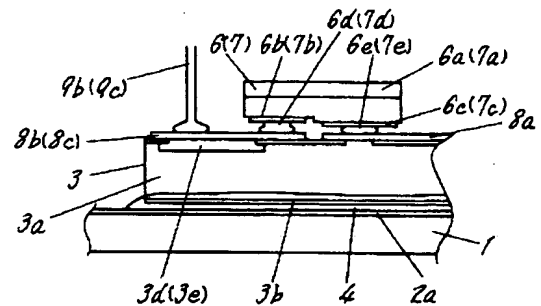
【図 12】



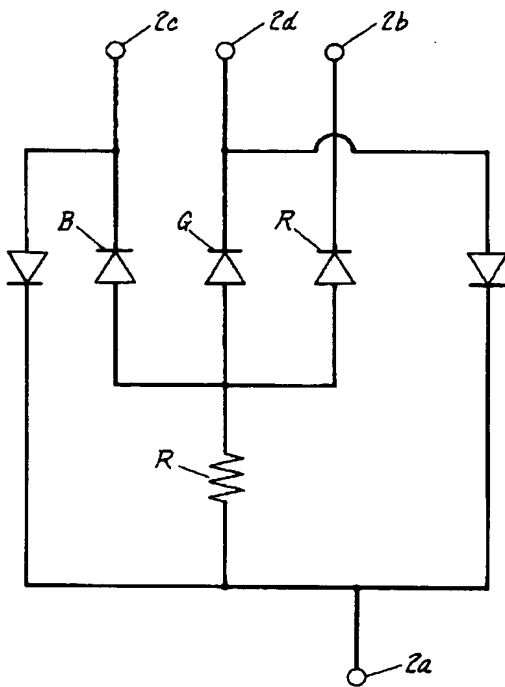
【図 2】



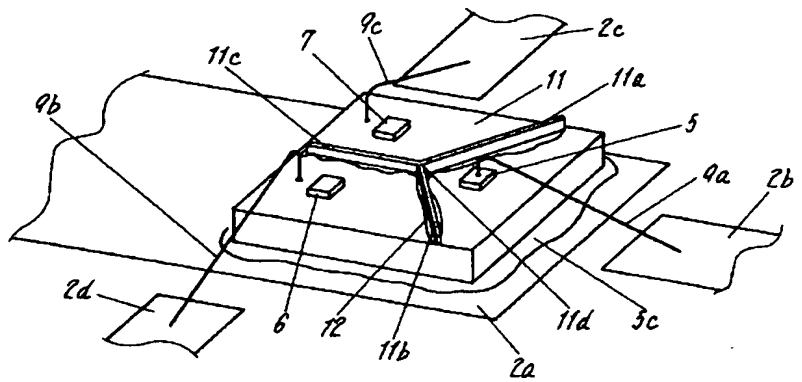
【図 3】



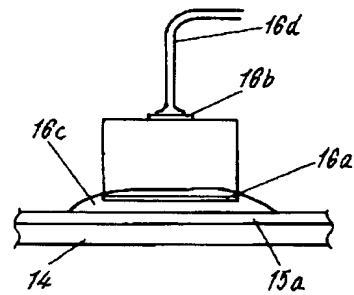
【図 4】



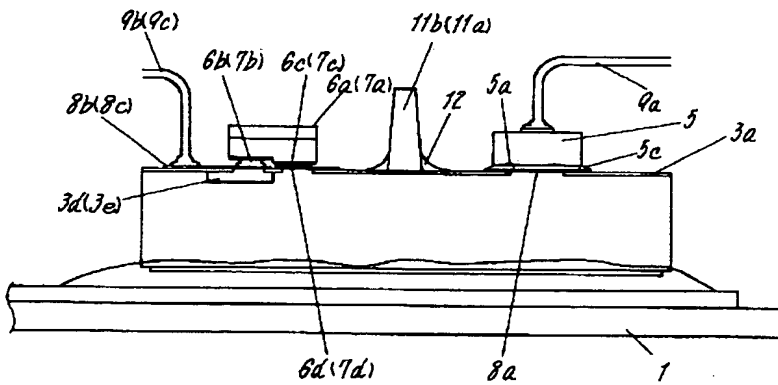
【図 5】



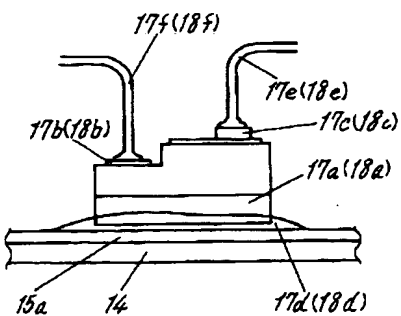
【図 10】



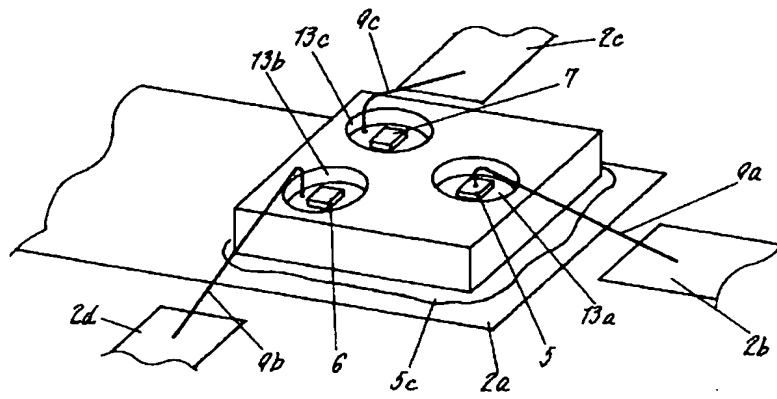
【図 6】



【図 11】

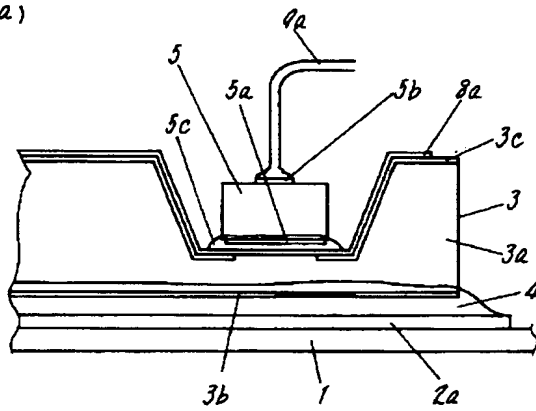


【図 7】

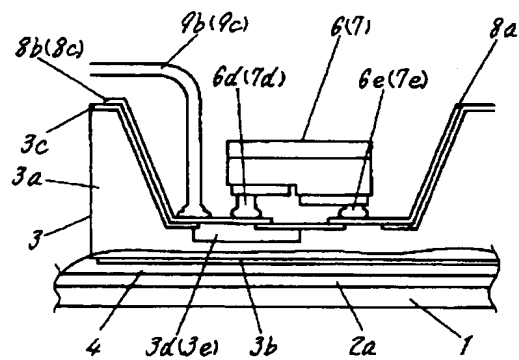


【図 8】

(a)



(b)



【図 9】

